

(325)

ハステロイXの延性に及ぼす応力時効の影響

原研 東海研究所 ○渡辺勝利 菊地正彦
近藤達男

1. 緒言; 高温原子炉の構造材料は高温強度ばかりでなく、高温使用中の時効中による熱脆化も重要な問題である。とくにクリープの起る応力下の時効については知見が不足している。本研究は材料の延性に及ぼす引張応力下の時効を検討したものである。実験には通常のハステロイ-Xとこれをヘリウム冷却炉に適合させるためAl, Si, Co.を調整した材料(ハステロイ-XR)の両者を用いて比較検討した。

2. 実験方法; 試料の化学組成を表1, 2に示す

表1 ハステロイ-Xの化学組成(%)

C	Mn	Si	P	S	Cr	Co	Mo	W	Fe	Al	Ti	Ni
0.06	0.60	0.43	0.007	0.005	21.49	0.98	8.82	0.53	18.03	0.41	0.03	bal.

表2 ハステロイ-XRの化学組成(%)

C	Mn	Si	P	S	Cr	Co	Mo	W	Fe	Al	Ti	N	B	Ni
0.08	0.65	0.03	0.005	0.005	21.98	0.05	8.81	0.54	18.35	0.02	0.02	0.005	0.001	bal.

試料は板状素材を用い、寸法はハステロイ-X合金を $1 \times 15 \times 500 \text{ mm}^3$ 、ハステロイ-XR合金を $2 \times 35 \times 500 \text{ mm}^3$ とした。溶体化処理($1170^\circ\text{C} \times 30 \text{ min}$ 保持後空冷)後、後述の応力時効処理のあと引張試験、電顕、光顕用各試験片を採取した。時効条件は応力 $0 \sim 22 \text{ kg/mm}^2$ 、温度 $500 \sim 1000^\circ\text{C}$ の間でいくつかの組合せをとった。引張性質はインストロン型試験機を用いて、室温にて測定したのち、SEMとEPMAによる破面観察を行った。電顕用試料作製にはジェットポリッシング法によった。

3. 実験結果と考察; 延性の温度依存性をみると(図1)無応力の場合には 900°C において極小を示すのに対して応力附加の場合には 800°C に極小が移り、しかも高温側では応力を加えたために延性は逆転して増加する傾向が強まる。この延性の極小値の低温側への移動は応力附加によって析出のノーズの下側の温度帯で炭化物の析出促進が起るためと考えられる。構成成分の異なる二合金を各時効温度における等時時効後の破断伸びで比較すると(図2)Al, Si, Co.などの少ないハステロイ-XR合金は時効脆化が少なく、時効の温度依存性も低い。また応力附加によって逆に延性低下が軽減される傾向にある。合金間の差が最も著しかった 900°C の場合の組織観察の結果を写真1, 2に示す。応力附加による延性の変化はクリープ歪による欠陥構造の変化と炭化物析出過程のかわり合いによるものと考えられる。

また上述の結果と関連させて電顕直接観察ならびにSEM, EPMAによる破面観察を行い検討を試みた。

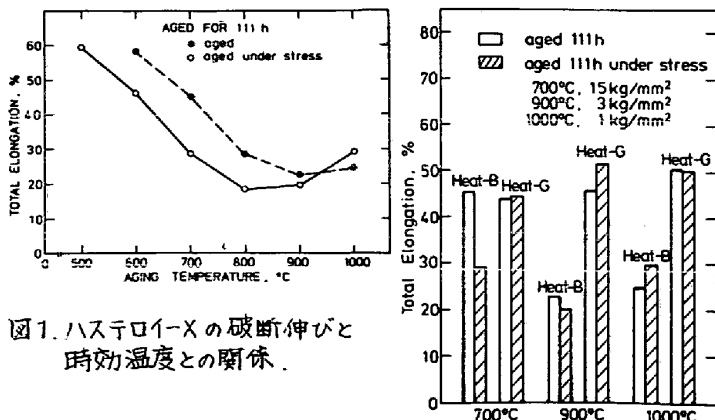


図1. ハステロイ-Xの破断伸びと時効温度との関係。

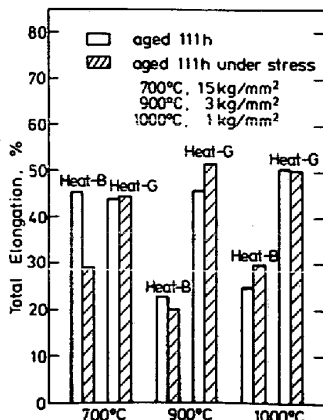


図2. 等時時効後の合金間の破断伸び。
Heat-B...X, Heat-G...XR

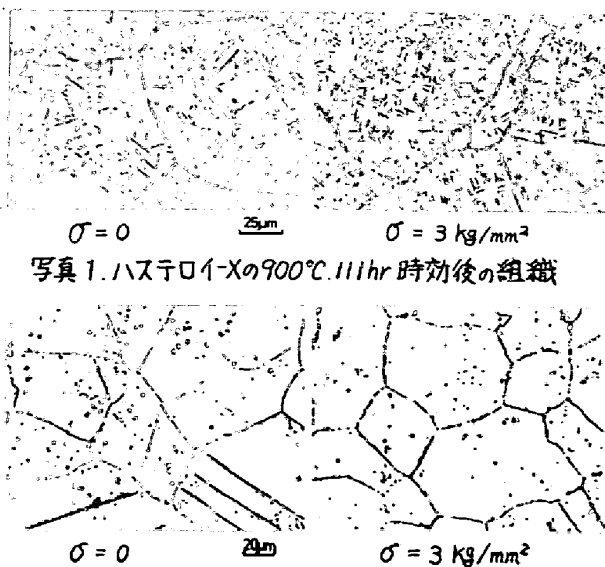


写真1. ハステロイ-Xの 900°C , 111hr時効後の組織

写真2. ハステロイ-XRの 900°C , 111hr時効後の組織